

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-232223

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H01Q 1/38

H01Q 1/36

H01Q 9/30

(21)Application number : 2001-026002

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 01.02.2001

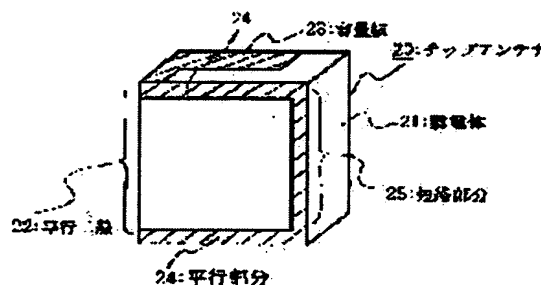
(72)Inventor : KONISHI TAKAYOSHI  
TSUKIJI TAKEHIKO

## (54) CHIP ANTENNA AND ANTENNA DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a chip antenna in which the surface current of a conductor is small and radiation efficiency is high, and an antenna device.

SOLUTION: A U-shaped pair lead 22 consisting of parallel parts 24 and a short circuit part 25 for short-circuiting two conductors of the parallel parts rectangularly at one end is printed integrally on the surface of a dielectric 21. The upper conductor of the parallel parts is extended rectangularly to a top face at the boundary between the front face of the dielectric 21 and the top face, and a capacitance plate 23 is formed at a far place over there. The capacitance plate is effective to lower the resonance frequency of the chip antenna. The short circuit part functions as an antenna by being fed from the lower conductor of the parallel parts. The chip antenna 20 may be printed on the inside of the dielectric 21 and also may be arranged the surface or inside of the dielectric 21 by a method other than printing. In such a case, the pair lead 22 is to maintain its orthogonal relationship with the short circuit part 25. The chip antenna 20 is mounted on a circuit board and is fed by a coplanar system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 04.04.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision] 2005-08382

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-232223

(P 2002-232223A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 Q	1/38	H 0 1 Q	5J046
	1/36		
	9/30		

審査請求 有 請求項の数 14 O L

(全 12 頁)

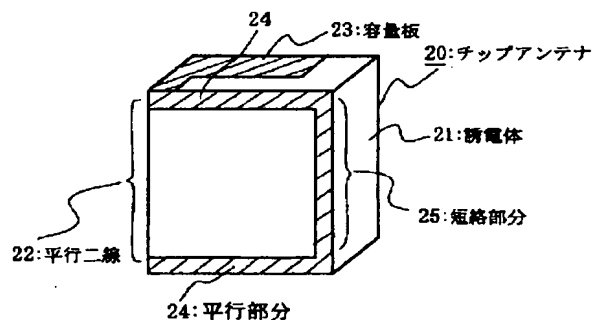
(21) 出願番号	特願2001-26002 (P2001-26002)	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成13年2月1日 (2001. 2. 1)	(72) 発明者	小西 隆義 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式 会社内
		(72) 発明者	築地 武彦 福岡県福岡市早良区干隈四丁目14-6
		(74) 代理人	100111729 弁理士 佐藤 勝春
		F ターム (参考)	5J046 AA04 AB13 PA07

(54) 【発明の名称】 チップアンテナおよびアンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】 導体の表面電流が少なく、放射効率の高いチップアンテナとアンテナ装置を提供する。

【解決手段】 平行部分24と、平行部分の2つの導線を一端で直角に短絡する短絡部分25とから成るコの字状の平行二線22が、誘電体21の表面に一体的に印刷される。平行部分の上の導線は、誘電体21の正面と上面との境界で直角に上面に延ばされ、その先に容量板23が形成される。容量板はチップアンテナの共振周波数を下げるのに有効である。平行部分の下導線から給電され、短絡部分がアンテナとして機能する。このチップアンテナ20は誘電体21の内部に印刷してもよいし、誘電体21の表面または内部に印刷以外の方法で配置してもよい。その場合には、平行二線22は、短絡部分25との直交関係を維持される。チップアンテナ20は回路基板に実装されコプレーナ方式で給電される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の平行部分と該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分とが一体的に形成された平行二線ないしコの字状線路の導体であって、前記平行部分の一つから給電されることを特徴とするチップアンテナ。

【請求項 2】 一对の平行部分と該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分とから成る平行二線ないしコの字状線路の導体と、  
前記平行部分の一つに前記短絡部分と平行に接続された給電線とが一体的に形成され、前記平行部分の一つから給電されることを特徴とするチップアンテナ。

【請求項 3】 前記平行部分の少なくとも一箇所に、前記平行二線ないしコの字状線路の導体と一体的に形成されたキャパシタンス素子を設けた請求項 1 または請求項 2 に記載のチップアンテナ。

【請求項 4】 前記平行二線ないしはコの字状線路の導体と前記キャパシタンス素子とが回路基板ないし誘電体の表面、または前記誘電体内部に形成された請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のチップアンテナ。

【請求項 5】 前記キャパシタンス素子は、前記平行部分の同じ位置で両方から相手平行部分に向けて延ばされた導体で構成される請求項 4 に記載のチップアンテナ。

【請求項 6】 前記平行二線ないしコの字状線路の導体と前記キャパシタンス素子とが前記回路基板ないし前記誘電体に形成され、前記キャパシタンス素子は、前記平行部分の片方から相手平行部分に向けて延ばされた導体で構成される請求項 4 に記載のチップアンテナ。

【請求項 7】 前記給電線が、前記平行二線ないしコの字状線路の導体および前記キャパシタンス素子と前記回路基板の同一の面上に形成された請求項 4 に記載のチップアンテナ。

【請求項 8】 前記キャパシタンス素子は、前記誘電体の肉厚方向へ向かい、かつ前記平行二線ないしコの字状導体と垂直な平面内に形成された請求項 4 に記載のチップアンテナ。

【請求項 9】 前記平行二線ないしコの字状導体の一方の平行部分から他方の平行部分に向けて、少なくとも一つの一端開放のミアンダラインを形成した請求項 4 に記載のチップアンテナ。

【請求項 10】 前記平行二線ないしコの字状導体が実装される面もしくは異なる面に、グランドとの間にキャパシタンスを形成する容量板が設けられた請求項 4 ないし請求項 9 のいずれかに記載のチップアンテナ。

【請求項 11】 前記平行二線ないしコの字状導体、前記給電線および前記キャパシタンス素子は前記回路基板または前記誘電体に印刷されることによって形成される請求項 4 ないし請求項 10 のいずれかに記載のチップアンテナ。

【請求項 12】 前記誘電体の形状は直方体、立方体、

円筒、円柱または多角柱である請求項 4 ないし請求項 11 のいずれかに記載のチップアンテナ。

【請求項 13】 請求項 2 ないし請求項 12 のいずれかに記載のチップアンテナと、グランド領域を一部除去した非グランド領域を有する回路基板とから成り、前記給電線と前記チップアンテナが前記非グランド領域に配置されるように前記チップアンテナを前記回路基板の表面に実装し、前記グランド領域を前記チップアンテナの接地板として使用するようにしたことを特徴とするアンテナ装置。

【請求項 14】 請求項 2 ないし請求項 12 のいずれかに記載の給電線を有するチップアンテナと、該チップアンテナが表面に実装され、裏面においてグランド領域を一部除去した非グランド領域を有する回路基板とから成り、前記グランド領域と、前記給電線の裏面に当る領域とを前記チップアンテナの接地板として使用し、前記チップアンテナを前記非グランド領域の表側に配置するようにしたことを特徴とするアンテナ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はチップアンテナおよびアンテナ装置、特にモノポールアンテナ (monopole antenna) の小型化に関する。モノポールアンテナとは、周知のように、ダイポールアンテナの中央の電流振幅が最大になる所を接地して残り半分を大地またはグランドによる電気影像で形成するアンテナをいう。なお、ダイポールアンテナは、両端の極性が反対でアンテナに垂直な方向に極大のある放射パターンを有する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、多くの電子装置が小型化・軽量化されてきている中であって、アンテナは現在でも顕著な小型化が実現されていない。アンテナは大きく広い面積を有していると利得は高いが、小型化すると動作利得が低下するからである。小型化によって、アンテナのインピーダンス特性は悪化し、特に入力抵抗値は低くなる。その結果、通信装置からの電力がアンテナの入り口で反射される不整合を生じ、電磁波として放射される電力が損なわれることになる。しかし、最近のパソコンや携帯電話の急速な普及によって、パソコン間通信やブルートゥース (Bluetooth) によるパーソナルエリア間通信需要に応じるために、より小型で高性能のアンテナが望まれている。

【0003】アンテナの長さある程度に維持しつつ小型化を図る技術として、従来からミアンダ (mianda) ラインまたはヘリカル (herical) ライン構成を採用したアンテナが知られている。Mianda とはうねり路、herical とは螺旋の意である。すなわち、アンテナ本体をうねり状または螺旋状に形成するのである。

【0004】例えば、特開平 9-55618 号公報には「チップアンテナ」(従来技術 1)として、ミアンダライ

ン構成のアンテナが記載されている。このチップアンテナ 100 は、図 13 に斜視図で示すように、誘電材料を複数に積層した直方体の基体 101 の一方の主面 107 上に、一端が給電部 102 で、他端が自由端 103 の導体 104 を 10 か所のコーナを有するミアンダ形状にして、印刷、蒸着、貼り合わせ、あるいはメッキすることにより形成される。ミアンダ状の導体 104 は、基体 101 の一方の短い側面から、相対する他方の短い側面にかけて設けられている。基体 101 の一方の端面 108 には、導体 104 に対する給電部 102 が接続される給電用端子 105 が形成され、他方の端面 109 には、チップアンテナ 100 を外部回路が設けられた実装基板（図示せず）等に固定する固定用端子 106 が形成されている。

【0005】ところで、アンテナによって電磁波を放射するには強い電流が必要であり、通常はこの電流を給電点付近に発生させる。また、給電側と整合をとるには放射抵抗を 50 オームとするための長さを要する。アンテナ本体の余の部分は、実は、強い電流を所定の周波数で共振によって発生させるために必要とするだけである。

【0006】このような観点に立って、上記アンテナの余の部分をリアクタンス素子で置換することによりアンテナを短くしようとする技術も知られている。例えば、特開 2000-188506 号公報には「アンテナ装置」（従来技術 2）として、この種のアンテナが記載されている。このアンテナ装置は、図 14 に正面図で示すように、給電点 113 に接続された給電および放射用の直線状導体パターン 112 の先端に、リアクタンス素子 114 が電気的に接続されている。リアクタンス素子 114 は、ミアンダ状導体等のように進行方向の長さがその直角方向の長さよりも長い導体であって、プリント基板 110 上のうちで、両面とも GND パターン 111 が存在しない部分に設置されている。また、直線状導体パターン 112 の長手方向とリアクタンス素子 114 の長手方向とは垂直に配置され、逆 L 型を構成している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術 1 では、電磁波を導体線路に沿って通し、導体線路長を波長の四分の一にすることでアンテナの共振を得るため、導体線路を多数回往復させるので、線路長が長くなりアンテナの小型化の障害になるという第 1 の問題点がある。

【0008】また、狭い面積にできるだけ長い導体線路を入れようとして導体線路を幾重にも折り曲げるため、導体線路の間隔が小さくなり、導体線路間の電磁界結合が強まるので、導体表面電流と導体の高周波損失と誘電体損失の増大をもたらす、結果として、アンテナの放射効率と利得を低下させるという第 2 の問題点がある。

【0009】更に、モノポールアンテナは開空中にあるため周囲の金属部品などと電磁界結合を起こし易く、特

性が実装環境によって変化し易いので、実装時のずれを見込んで広帯域幅に設計しておく必要がある。しかし、従来技術 1 では、導体線路間隔の短縮によってアンテナの小型化を図るため、導体間の電磁界エネルギーの増加が狭帯域をもたらす、アンテナ実装時に周辺部品の影響を受けて特性が変化し易くなるという第 3 の問題点もある。

【0010】また、上述した従来技術 2 では、リアクタンス素子を採用しているが、このリアクタンス素子は個別部品によるものであるため、アンテナトータルの製作費を増大させるという第 1 の問題点がある。

【0011】また、このような異種の 2 部品構成の下では、アンテナ動作の正確な解析が困難となり、現実のアンテナが設計どおりの特性を示さない場合があるという第 2 の問題点もある。

【0012】従って、本発明の第 1 の目的は、小型でありながら広帯域幅を有し、ひいては周辺部品の影響を受け難く、実装性の良いチップアンテナおよびアンテナ装置を提供することにある。

【0013】本発明の第 2 の目的は、小型でありながら低損失で放射効率と利得の高いチップアンテナおよびアンテナ装置を提供することにある。

【0014】本発明の第 3 の目的は、構造がシンプルで製作工数が少なく、したがって低コストかつ正確な解析が容易なチップアンテナおよびアンテナ装置を提供することにある。

【0015】本発明の第 4 の目的は、上記の高性能を維持しつつ、多周波動作を行えるチップアンテナおよびアンテナ装置を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】第 1 の本発明のチップアンテナは、一対の平行部分（図 1 の 14、図 2 の 24）と、該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分（図 1 の 15、図 2 の 25）とが一体的に形成された平行二線（図 1 の 12）ないしコの字状線路の導体（図 2 の平行二線 22）であって、平行部分の一つから給電されることを特徴とする。

【0017】第 2 の本発明のチップアンテナは、一対の平行部分（図 1 の 14、図 2 の 24）と、該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分（図 1 の 15、図 2 の 25）とから成る平行二線（図 1 の 12）ないしコの字状線路の導体（図 2 の平行二線 22）と、平行部分の一つに短絡部分と平行に接続された給電線（図 1 のアンテナ給電線 13）とが一体的に形成され、平行部分の一つから給電されることを特徴とする。

【0018】このように、一端短絡の一対の平行二線ないしコの字状導体を採用したため、導体の電磁界結合および表面電流、分布キャパシタンスが少なく、したがって低損失、高効率、高利得、広帯域のチップアンテナおよびアンテナ装置が得られることになる。また、導体の

電磁界結合が弱まり、実装環境の影響も比較的小さくなる。更に、平行二線ないしコの字状導体を一体的に形成するため、構造がシンプルで製作工数が少なく低コストで、かつ正確な解析が容易になる。

【0019】本発明のチップアンテナは、平行部分の少なくとも一箇所には、平行二線ないしコの字状線路の導線および給電線と一体的に形成されたキャパシタンス素子を設けてもよい。キャパシタンス素子はチップアンテナの共振周波数を下げ、結果としてチップアンテナの小型化に寄与する。キャパシタンス素子は、平行二線ないしコの字状線路の導線と共に、回路基板(図10の73)ないし誘電体の表面、または誘電体内部の一つの面に形成されてもよい。また、単独で(図2の23)、あるいは上記のキャパシタンス素子と重畳的に誘電体の上面に設けられてもよい(図7の43、図9の63)。

【0020】また、キャパシタンス素子は、平行二線ないしコの字状線路の導線と共に、誘電体の表面、または誘電体内部に形成され、平行部分の同じ位置で両方から相手平行部分に向けて延ばされた導線で構成されてもよいし(図6のC1、C2)、平行部分の片方から相手平行部分に向けて延ばされた導線で構成されてもよい(図7の折返し42)。更に、誘電体の肉厚方向へ向かい、かつ平行二線ないしコの字状線路と垂直な平面内に形成されてもよい(図8)。図6に示すような複数のキャパシタンス素子を形成すれば、複数の共振周波数を得ることができる。また、図8に示すように誘電体の肉厚方向へ向って複数のキャパシタンス素子を形成すれば、平行部分を短縮することができる。

【0021】また、給電線が、平行二線ないしコの字状線路の導体と同一の面上に形成されていてもよい(図1のアンテナ給電線13)し、またはキャパシタンス素子と回路基板の同一の面上に形成されてもよい。また、キャパシタンス素子と共に回路基板の同一の面上に形成されてもよい(図10)。さらに、平行二線ないしコの字状線路の導体とキャパシタンス素子とが誘電体表面上あるいは内部にあり、給電線が回路基板上にあってもよい(図4)。

【0022】また、キャパシタンス素子およびインダクタンス素子として、平行二線ないしコの字状導体の一方の平行部分から他方の平行部分に向けて、少なくとも一つの一端開放のミアンダラインを形成してもよい(図9)。ミアンダラインの部分的な採用は大きいインダクタンスを得るのに有効である。

【0023】平行二線ないしコの字状導体、給電線およびキャパシタンス素子は回路基板または誘電体に印刷されることによって形成されてもよい。また、誘電体を積層構造とし、誘電体層の上に導線を印刷することにより、導線を誘電体の内部に組み込んでよい。誘電体の形状は直方体、立方体、円筒、円柱(図12)または多角柱であってもよい。これによって、チップアンテナの様

々な使用形態に応じることができる。

【0024】第1の本発明のアンテナ装置は、チップアンテナ(図4の20)と、グランド電極(図4の28)を一部除去した非グランド領域を有する回路基板(図4の26)とから成り、給電線(図4の27)が非グランド領域に配置されるようにチップアンテナを回路基板の表面に実装し、グランド領域をチップアンテナの接地板として使用するようにしたことを特徴とする。このような構造によって、給電に必要なグランドを確保しつつ、グランドによる弊害を軽減した。

【0025】第2の本発明のアンテナ装置は、給電線(図11の83)を有するチップアンテナ(図11の80)と、チップアンテナが表面に実装され、裏面においてグランド領域(図11の88)を一部除去した非グランド領域を有する回路基板(図11の86)とから成り、グランド領域と、給電線の裏面に当る領域とをチップアンテナの接地板として使用し、チップアンテナを非グランド領域の表面に配置するようにしたことを特徴とする。この結果、通常使用されるグランド裏打ちの回路基板を使用しながら、給電に必要なグランドを確保しつつ、グランドによる弊害を軽減した。

【0026】

【発明の実施の形態】第1の本発明のチップアンテナは、一対の平行部分と該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分とが一体的に形成された平行二線ないしコの字状線路の導体であって、平行部分の一つから給電されるようにしたものである。

【0027】第2の本発明のチップアンテナは、一対の平行部分と該平行部分の一端で平行部分を直角に短絡する短絡部分とから成る平行二線ないしコの字状線路の導体と、平行部分の一つに短絡部分と平行に接続された給電線とが一体的に形成され、平行部分の一つから給電されるようにしたものである。

【0028】また、第1の本発明のアンテナ装置は、上記チップアンテナと、グランド領域を一部除去した非グランド領域を有する回路基板とから成り、給電線が非グランド領域に配置されるようにチップアンテナを回路基板の表面に実装し、グランド領域をチップアンテナの接地板として使用するようにしたものである。

【0029】第2の本発明のアンテナ装置は、上記チップアンテナと、該チップアンテナが表面に実装され、裏面においてグランド領域を一部除去した非グランド領域を有する回路基板とから成り、グランド領域と、給電線の裏面に当る領域とをチップアンテナの接地板として使用するようにしたものである。

【0030】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下の説明では、チップアンテナおよびアンテナ装置は便宜上全て縦に立たされているものとするが、横置き状態で使用されること

も多い。

【0031】(第1実施例)図1(A)は本発明のチップアンテナの第1実施例を示す外観図である。このチップアンテナ10は、例えばセラミック製の直方形の誘電体11と、誘電体11の正面表面に印刷された導体で形成された平行二線12と、平行二線12と接続されたアンテナ給電線13とで構成されている。平行二線12は上下二つの導線から成る平行部分14と、上下二つの導線を右端で短絡する短絡部分15とで構成されている。平行二線12の内の短絡部分15もアンテナとして機能するため、短絡部分15はアンテナ給電線13と同方向に向くように印刷される。平行部分14の下の導線が開放端でアンテナ給電線13と直角に接続される。

【0032】平行二線12全体とアンテナ給電線13とは一体的に形成される。また、平行二線12およびアンテナ給電線13は、誘電体11の内部に印刷してもよいし、誘電体11の表面または内部に印刷以外の方法で配置してもよい。その場合でも、平行二線12はアンテナ給電線13との直交関係を維持するように留意される。平行二線は必ずしも直線である必要はなく、二線間の間隔が一定に保たれるならば、うねっていてもよい。うねらすことにより、限られたスペース内で平行二線の長さを長くできるため、装荷インダクタンスを大きくでき、したがってアンテナを小型化することができる。

【0033】このアンテナ10をモノポールアンテナとして使用する場合には、誘電体11を金属の地板の上に配置し、誘電体11と地板(図示省略)との間に給電部16(図1(B)に示す)を配備する。給電部16の近傍では、アンテナ給電線13が地板に垂直となるようにする。給電部16から供給される電流振幅が給電部16の近傍で最大となるように共振させることによって、給電部16の近傍に強い電流が流れ、共振周波数の電磁波となつた大気中に放射されるのである。

【0034】ここで、一端短絡の平行二線12の開放端から見たインピーダンス $Z(L)$ は、平行二線12の短絡部分15までの長さを $L$ 、電磁波の波長を $\lambda$ 、線路の特性インピーダンスを $Z_0$ とすると、線路幅を無視すれば、 $Z(L)=jZ_0 \cdot \tan(2\pi L/\lambda)$ と表わせる。従って、一端短絡の平行二線12は、長さ $L$ が $1/4$ 波長以下の場合には0～無限大のインダクタンス素子として機能することになる。平行二線12の長さ $L$ が $1/4$ 波長以下である場合のアンテナ線路13および給電部16を含めた等化回路を図1(B)に示す。図1(B)においては平行二線12の往復のインダクタンスを1つにまとめて示している。

【0035】ところで、モノポールアンテナでは、アンテナ給電線13から電磁波を放射する場合に給電部16からアンテナ給電線13に供給される電流 $i$ は、給電部16からの距離、すなわちチップアンテナ10の高さ $h$ によって図1(C)に示すように、給電部16の近傍で最大になるように設定することが知られている。この電

流分布の設定は、放射される電磁波の周波数で共振するようにアンテナ給電線13の長さおよびインピーダンス $Z(L)$ を調節することによって行なう。すなわち、給電部16から見た入力インピーダンス $Z(L)$ のリアクタンス部が0に近くなるように調整するのである。インピーダンス $Z(L)$ の値を与える上式は、概略値を示すだけであり、細かくは線路幅、線路間隔および特性インピーダンス $Z_0$ を調節して定める。平行二線12のうちの平行部分14は細く、短絡部分15は太いほど放射可能な電磁波の帯域幅を広くできる。

【0036】図1(C)から明らかなように、給電部16から離れるにつれて電流 $i$ の値は低下し、放射には関係しなくなる。そこで、このアンテナ給電線13が無くてもよくなる部分から先はアンテナ給電線13の代わりに平行二線12を装荷するのである。このような平行二線12によるアンテナ給電線13の部分的な置換をしても、アンテナ給電線13の長さおよびインピーダンス $Z(L)$ の適切な調節によって、給電部16から見た場合にアンテナ給電線13が十全な長さで存在するように見せかけることができる。この結果、アンテナ給電線13を短くすることができる。

【0037】また、ミアンダアンテナやヘリカルアンテナに比べて線間の電磁界結合量が少ないため、導体の表面電流の生成が少なくなり、導体損失も小さく、放射効率が向上する。インダクタンスの生成能力が緩やかであり、導体の表面電流の生成が少なくなり、導体損失が大きくなり放射効率が向上する。更に、平行二線12とアンテナ給電線13とが同種の線路であるため、チップアンテナ10の解析と製作が容易である。

【0038】次に、チップアンテナ10のサイズの決め方について説明する。チップアンテナ10と給電部16との整合をとり、チップアンテナ10からの反射電力を最小にするには、前述のように給電部16から見た入力インピーダンスのリアクタンス部を0に近づけるだけでなく、入力インピーダンスの抵抗分を給電部用同軸ケーブルの特性インピーダンス50オームに一致させる必要がある。この観点からは、アンテナ給電線13の近傍まで同軸ケーブルなど伝送線路状のもので構成するのが望ましい。

【0039】入力抵抗値は、チップアンテナ10の電力損失、すなわち熱損失と放射損失の合計を抵抗値に置換したものになる。熱損失は導体損失と誘電体損失から成り、放射損失は電波の放射による電力損失である。熱損失に係る抵抗の値はアンテナ給電線13の長さに比例する。一方、放射損失に係る抵抗(放射抵抗)の値は、線状アンテナの理論によると、(アンテナ給電線の長さ/波長)の2乗に比例することが知られており、アンテナの放射能力の指標となる。

【0040】この場合、アンテナ給電線13上の電波の波長は、誘電体11の厚さ、比誘電率、アンテナ導体を

誘電体 11 の表面に印刷するか、内部に印刷するかで変わってくるので、上述の入力抵抗値の定め方にこれらをも加味してアンテナ給電線 13 の長さを決める。すなわち、入力インピーダンスの抵抗分が 50 オームとなるようにアンテナ給電線 13 の長さを定めるのである。

【0041】なお、平行二線 12 の平行部分 14 からの電波放射はなく、また、短絡部分 15 の長さがアンテナ給電線 13 の長さに対して無視できるほど短い場合には、給電部 16 から見た入力抵抗値を定めるに当って平行二線 12 を考慮する必要はなくなる。

【0042】また、チップアンテナ 10 の入力インピーダンスの虚数部については、1/4 波長モノポールアンテナでは、0 に近いときに共振が得られ、平行二線 12 の長さ、平行部分 14 の上下の線路間隔、線幅を調整して適切な周波数で共振するようにする。ただし、実際には、入力インピーダンスの虚数部は、0 よりも少し正の方へずれたときに強い共振を起こす。それは、少し正の方へずれた場合にアンテナ給電線 13 の電流振幅が最大になり、放射抵抗値が 50 オームに近づいて前述の整合条件により接近するからである。

【0043】平行二線 12 の特性インピーダンス  $Z_0$  は次式で与えられる。

$$Z_0 = 1/(\pi \eta) \cdot \ln(4D/w)$$

ここに、 $1/\eta = \sqrt{\mu/\epsilon} = 377\sqrt{\mu s/\epsilon s}$ 、 $\mu$  は平行二線 12 の周辺に在る物質の透磁率、 $\epsilon$  はその誘電率、 $\mu s$  はその比透磁率、 $\epsilon s$  はその比誘電率、 $D$  は線の中心間隔、 $w$  は線幅であり、 $D \gg w$  とする。なお、比誘電率  $\epsilon s$  は平行二線 12 周辺物質の比誘電率から定まる実効比誘電率であり、誘電体 12 に印刷された平行二線 12 では、誘電体 12 の比誘電率と空気の比誘電率との平均値となる。したがって、この場合の実効比誘電率は誘電体 12 の比誘電率より小さいので、平行二線 12 が誘電体 12 の内部に実装された場合よりは波長短縮効果が小さくなる。

【0044】上式によると、誘電率  $\epsilon$  が高いほど、線の中心間隔  $D$  が近いほど、あるいは線幅  $w$  が広いほど特性インピーダンス  $Z_0$  は低インピーダンスになる。逆に、誘電率  $\epsilon$  が低いほど、線の中心間隔  $D$  が遠いほど、あるいは線幅  $w$  が狭いほど特性インピーダンス  $Z_0$  は高インピーダンスになる。特性インピーダンス  $Z_0$  が高いということは、平行二線 12 の線間の電磁界結合が小さいことを意味し、その結果として、平行二線 12 の表面電流を減少させ、導体損失を低減し、放射効率を上げ、帯域幅を広げる。

【0045】以上の事項を勘案して、平行二線 12 の長さ、線幅および線間隔を調整することによって、チップアンテナ 10 の装荷インダクタンスを調整し、必要な周波数での共振を起こさせるようにする。

【0046】このように、本発明が採用する平行二線装荷方式は、ミアンダのように線路長をできるだけ長く

くて線路長によりアンテナを共振させる考え方ではなく、リアクタンス装荷によって短いアンテナ給電線によってアンテナを共振させようとする考え方に基づくものである。更に、平行二線の特性インピーダンスを比較的高くすることにより、二線間の電磁界結合を弱め、アンテナの高周波特性を改善するものである。

【0047】(第 2 実施例) 第 1 実施例における平行二線 12 は高周波電磁界中で電磁界結合し、その短絡部分 15 には大きい短絡電流が流れる。第 1 実施例の短絡部分 15 は比較的小さいため、この部分のアンテナ動作は無視したが、第 2 実施例は、短絡部分を長くしてチップアンテナをコ字として、短絡電流をアンテナ動作に積極的に利用しようとするものである。更に、短絡部分を長くすることにより、平行二線の線間距離が長くなり、その結果、平行二線の特性インピーダンスは大きくなり、二線間の電磁界結合は弱まり、アンテナの高周波特性が改善される。

【0048】図 2 は本発明のチップアンテナの第 2 実施例を示す外観図である。このチップアンテナ 20 は、直方形の誘電体 21 と、誘電体 21 の正面表面に印刷されたコ字状の導体で形成された平行二線 22 と、誘電体 21 の上面に印刷された L 字状の導線で形成された容量板 23 とで構成される。平行二線 22 は上下二つの導線から成る平行部分 24 と、上下二つの導線を右端で短絡する短絡部分 25 とで構成されている。短絡部分 25 は第 1 実施例における短絡部分 15 より充分長くされる。

【0049】平行二線 22 の上側の導線は、誘電体 21 の正面と上面の継ぎ目において、その向きを 90 度変えて接続導線として上面で誘電体 21 の肉厚方向へ延び、上面の容量板 23 に接続されている。容量板 23 は、平行二線 22 の導線や接続導線の幅より広い同種の導線であって、接続導線と直角に上面に印刷されている。なお、平行二線 22 と容量板 23 は、誘電体 21 の内部に印刷してもよいし、誘電体 21 の表面または内部に印刷以外の方法で配置してもよい。

【0050】図 3 は図 2 に示したチップアンテナ 20 の展開図であり、図 3 (A) は正面図、図 3 (B) は平面図、図 3 (C) は底面図、図 3 (D) は左右の側面図、図 3 (E) は背面図を示す。また、図 4 (A) は、図 2 および図 3 に示したチップアンテナ 20 を回路基板 26 に取り付けて、アンテナ装置を構成した場合の外観図であり、図 5 はこのアンテナ装置の側面図である。

【0051】回路基板 26 は、例えばガラスエポキシ樹脂で形成され、その表面には、チップアンテナ 20 と接続される給電線 27 と、広いランドを占めるグラウンド電極 28 が印刷されている。グラウンド電極 28 は、グラウンド金属が給電線 27 の周辺で取り除かれた形になっている。給電線 27 とグラウンド電極 28 との間には、チップアンテナ 20 に同軸ケーブルで給電する給電部 29 が挿入される。給電点から先はコプレーナ (coplanar) 状線

路である。

【0052】図3(A)の正面図に表された平行二線22の下側の導線は、誘電体21の正面と底面の継ぎ目において、その向きを90度変えて給電導線として底面で誘電体21の肉厚方向へ延びる。誘電体21は、図3

(E)の背面図で示す3隅の取付電極によって回路基板26と半田付けされて取り付けられる。また、1隅の励振電極は、上述の底面上の給電導線と接続されており、給電線27と半田付けされる。したがって、給電部29からは、給電線27、励振電極および給電導線を經由してチップアンテナ20に給電することになる。

【0053】給電線27は、誘電率が誘電体21より低い回路基板26上に印刷されていることから、そのアンテナ機能は短絡部分25に比べて希薄であり、給電が主たる機能となる。したがって、給電線27を回路基板26に印刷して構成せず、給電部29からの同軸ケーブルで代用するようにしてもよい。

【0054】平行二線22のサイズの定め方は、第1実施例における方法に準ずる。すなわち、チップアンテナ20の入カインピーダンスの実数部に係る短絡部分25はアンテナ給電線13、虚数部に係る平行二線22は平行二線12にそれぞれ対応し、第1実施例におけるそれらに関する記述が同様に適用される。

【0055】この実施例の具体的な数値を挙げると、誘電体21は比誘電率が「21」のセラミックであり、高さ6ミリメートル、幅4ミリメートル、厚さ1.5ミリメートルである。導線の幅は、給電線27が1ミリメートル、平行部分24が0.4、短絡部分25が0.5ミリメートルである。誘電体21とグランド電極28との間隔は4ミリメートル、グランド電極28の広さは10ミリメートル×30ミリメートル、厚みは0.02ミリメートルである。この構成のチップアンテナ20をシミュレーション計算した結果、共振周波数は2.4GHZ、放射効率は95%、帯域幅は450MHZであった。

【0056】このチップアンテナ20は、同寸法のチップアンテナを導線幅、導線間隔が共に0.5ミリメートルのミアンダラインで構成した場合に比べて、導体表面電流が小さく、シミュレーション計算によると導体の熱損(ジュール損)は1/2であった。一方、ミアンダライン構成のチップアンテナの放射効率は93%、帯域幅は300MHZであった。

【0057】これは、以下の理由によると考えられる。ミアンダライン構成では、導線の長さが必要なため、導線を誘電体上で密に重ね合わせる必要があるのに対して、本発明の平行二線装荷方式では、平行部分の線間間隔を大きくとってインダクタンスを得る。このため、平行二線装荷方式の方が線路間の電磁界結合、したがって分布キャパシタンスも小さくなり、導体表面電流、導体近傍の誘電体内の電界も小さくなる。更に、アンテナに増幅機能はないので、低損失で効率が良ければ平均利得は高利

得になるのである。このように、平行二線装荷方式は、金属との電磁界結合が他の方式に比べて小さいため、他方式よりもモノポールアンテナ本来の性能である、高利得、高効率および高帯域幅が得られ易いと考えられる。

【0058】また、チップアンテナ20の実装環境による影響を調べるために、グランド電極28の厚みを2ミリメートルにした場合、グランド電極28の厚みを0.02ミリメートルとしグランド電極28の縦方向の長さを短くした場合、チップアンテナ20の横にグランド電極28を張り出した場合のそれぞれについて解析した結果、いずれの場合にも、この平行二線装荷方式はミアンダライン構成に比べてアンテナ効率に与える影響が小さいことが分かった。ミアンダライン構成のように導線が密に配置されると、導線による電磁界も密に相互結合するため、グランドの影響が大きく出易いものに対して、平行二線装荷方式は前述のように平行部分の線間間隔が大きくとられるため、グランドなどの実装環境の影響が比較的小さいと考えられることによるものと思われる。

【0059】図2、図3および図4に表されているように、第2実施例では平行部分24の先に容量板23が接続されている。この容量板23は、図4(B)に示すように平行部分24の先端でグランド電極28との間に大きいキャパシタンスCを持つことになる。図4(B)の2つのインダクタンスは、短絡部分25で結合された平行部分24の上下導線によるものである。したがって、チップアンテナ20の等価回路は図4(C)のようにLC直列回路となり、その共振周波数は $1/(2\pi \cdot \text{ルート}L \cdot C)$ である。故に、大きいキャパシタンスCはチップアンテナ20の共振周波数を下げ、結果として容量板23を装備することによってチップアンテナ20を小型化できる。

【0060】(第3実施例)次に、複数の共振周波数を得て、複数の周波数の電磁波を放射できるようにした第3実施例について説明する。複数の共振周波数を得るための多周波動作は、並列共振回路または直列共振回路によって行なうことができる。周知のように、並列共振回路による方法では、角周波数の変化に対してゼロ点と極が交互に出るが、直列共振回路による方法ではゼロ点を隣接させることができるため広帯域にできるという特徴がある。

【0061】図6(A)は並列共振回路による第3実施例のチップアンテナ30の外観図を示し、図6(B)はその等価回路を示す。図6(A)においては、平行二線32の平行部分34の線間間隔を区間aおよびdで狭め、その各部分でキャパシタンスC1、C2を生じさせている。また、区間b、cおよびeでそれぞれインダクタンスL1、L2およびL3を生じさせている。

【0062】ここで、区間d、eのC2、L3を例えば2.4GHZで共振するように設定すれば、2.4GHZではチップアンテナ30全体はL1、C1で定まる共振周波数で共振す



る。そこで、L1、C1を2.4GHZで共振するように定め、更に、チップアンテナ30全体が例えば1.9GHZで共振するようにL2を定めると、チップアンテナ30は1.9GHZと2.4GHZの2周波数で共振する。

【0063】(その他の様々な実施例) 上述した3つの実施例に現れたアイデアを変形し、または取捨選択し、または組み合わせることによって、多くのチップアンテナおよびアンテナ装置の実施例が考えられる。以下、その代表的なものを挙げていく。

【0064】第1に、図7に示すように、平行部分44の下側の導線をそのまま同一平面上で内側へ折り返す形でキャパシタンス素子を形成すると共に、第2実施例におけるように、誘電体41の上面の容量板43も併用する。したがって、このチップアンテナ40では、図7(B)の等価回路に示すように、平行部分44によるインダクタンスLと折返し42によるキャパシタンスC1による並列回路と、容量板43によるキャパシタンスC2との直列接続による直並列回路を生成できる。

【0065】図7(B)の給電部49から見た入力インピーダンスは、 $Z = -j/\omega C2 + j\omega L / (1 - LC1\omega^2)$ と表せる。この式からも明かなように、LC1の平行根分の1以下の角周波数では、右辺第2項の分母を分母を0に近づけることによって、第2項で与えられうインダクタンスを大きくすることができる。このように、キャパシタンスを使ってインダクタンスの大きさを変換すると、入力インピーダンスのインダクタンスLを小さくできるため、導体の表面電流の生成を抑止し、高効率・低消費電力化できる。

【0066】第2に、第3実施例を示した図6におけるキャパシタンスC1を、図8に示すように、導体A1およびA2で、また図6におけるキャパシタンスC2を導体B1およびB2で構成する。導体A1およびA2、導体B1およびB2は、それぞれ誘電体51の肉厚方向へ延ばされている。このような構成は、チップアンテナ50の平行二線52の長さを平行二線32より短くできるため、第3実施例の図6(A)に示すように複数のキャパシタンス生成部分a、dを備えた実施例では特に有効である。

【0067】第3に、図9(A)に示すように、図8の導体A1およびA2の代わりにミアンダラインD、導体B1および導体B2の代わりにミアンダラインEを設けると共に、誘電体61の上面に容量板63を備える。図9(A)はこのチップアンテナ60の外観図を示し、図9(B)はその等価回路を示す。図9(A)において、平行部分64の上側の導線から下側の導線に向けて、2個所にミアンダラインDおよびEを形成している。ミアンダラインDおよびEは大きいインダクタンスを得るために導入したのであって、低インダクタンスでよいのなら直線にしてもよい。

【0068】図9(B)中のインダクタンスL1、L2、L3、L4、L5は、図9(A)中のA、B、C、D、

Eの部分によって生じ、またキャパシタンスC1、C2、C3は、図9(A)中のD、E、容量板63によって生成されることを示す。

【0069】いま、例えばDを2.4GHZで共振する直列共振系とし、Aを2.4GHZで共振する長さにする。そうすると、2.4GHZではDは短絡状態になるため、このアンテナは2.4GHZで共振する。また、Eを1.9GHZで共振する直列共振系とし、AおよびBを1.9GHZで共振する長さにする。そうすると、1.9GHZではEは短絡状態になるため、このアンテナは1.9GHZで共振する。D、Eは他の周波数では短絡状態とならないので、このアンテナは2周波動作をすることになる。

【0070】第4に、これまでは誘電率の高い誘電体の上もしくは内部に導体を印刷するチップアンテナおよびアンテナ装置についての説明であったが、既に述べている平行二線や容量板等のアンテナ構成要素は、誘電体ではなく回路基板上に直接導体印刷してもよい。特に、回路基板が高誘電率材料で構成される場合には、導体を回路基板に直接印刷しても、小型のアンテナが得られる。この場合、誘電体のチップを後付けする必要がなく、配線回路を回路基板に印刷すると一緒にアンテナ構成要素も印刷できるため工数の大幅な削減ができる。

【0071】図10は、容量板73を備えたチップアンテナ70を回路基板76上の面に印刷した例を示す。この容量板73による効果は、容量板23等による前述の効果と同じである。また、容量板73は、この例では平行二線72の上側の平行部分の左端に設けられているが、もっと右寄りに設けてもよいし、上面に設けてもよい。なお、アンテナ給電線77は図1のアンテナ給電線13、グランド電極78は図4のグランド電極78、給電部79は図1の給電部16等と変わるところがない。

【0072】第5に、以上の実施例で設けられた容量板は必須ではない。一端短絡の平行二線は、前述のように、線路の長さが1/4波長に当る電磁波は、その周波数ではインダクタンスが0になって共振するから、線路長を適切に採ればよいからである。容量板23、容量板73等は、あくまで平行二線22、平行二線72等を短くするためのものである。逆に、図6および図8では誘電体の上面に容量板が示されていないが、これは容量板の形成を排除するものではない。

【0073】第6に、第2実施例で示されたグランド電極28をマイクロストリップライン構成にする。通常回路基板は部品が搭載される面の裏面はグランドになっていることが多いことから、部品搭載面にチップアンテナを実装するのが自然である。グランド電極はモノポールアンテナの給電には必要不可欠であるが、その一方でアンテナ導体との電磁界結合によりアンテナ導体上に表面電流および分布キャパシタンスを生起し、高周波損失と帯域幅減少を引き起こすという弊害をもたらす。図11は、マイクロストリップライン構成における、このよ

う弊害を抑制する構造を採用した一例を示し、図 11 (A) は正面図、図 11 (B) は側面図、図 11 (C) は背面図である。

【0074】図 11 (C) に示すように、回路基板 86 の裏面では、誘電体 81 の下面から 5 ミリメートルの範囲は、給電に必要な最低限のランド幅を残して、他のランドは印刷を除外している。残されるランド幅は、回路基板 86 表面の給電線 83 の線幅をカバーするに足りる幅である。この構造では、グランド電極 88 もチップアンテナ 80 の一部として機能し、電波を放射する。図 11 におけるチップアンテナ 80、給電部 89 は、図 4 に示したチップアンテナ 20、給電部 29 と変わるところがない。

【0075】第 7 に、以上に示した実施例の誘電体は直方体であったが、チップアンテナを回路基板に実装しないような使用形態においては、本発明はこれに限定されることなく、誘電体の形状は立方体、円筒、円柱、多角柱等であってもよい。図 12 は図 1 の誘電体 11 が円柱である場合のチップアンテナ 90 の外観図を示す。図 12 では平行二線 92 は誘電体 91 の外周を回っている。この実施例によっても他の実施例と同様な効果を得ることができ、例えば第 1 実施例との相違はアンテナの形状のみにあり、給電部 93 は図 4、図 11 に示した給電部 27、83 と変わるところがない。

【0076】なお、第 1 実施例(図 1)、第 3 実施例(図 3)およびその他の実施例(図 7、図 8、図 9)は、チップアンテナを回路基板に実装したアンテナ装置として示していないが、図 4 および図 5 で第 2 実施例について示した実装構造や、図 11 で示したマイクロストリップ給電方式を採用することができる。

【0077】

【発明の効果】本発明の第 1 の効果は、線路を密に這わせることで線路長を長くし、共振に必要な線路長を作り出すミランダラインに代わって、一端短絡の一对の平行二線ないしコの状字導体を採用したため、線路間が高インピーダンスになり、導体の電磁界結合および表面電流、分布キャパシタンスが少なく、したがって低損失、高効率、高利得、広帯域のチップアンテナおよびアンテナ装置が得られるということである。

【0078】また、本発明の第 2 の効果は、一端短絡の一对の平行二線ないしコの状字導体を採用したため、導

体の電磁界結合が弱まり、実装環境の影響も比較的小さい小型のチップアンテナおよびアンテナ装置が得られるということである。

【0079】更に、本発明の第 3 の効果は、平行二線ないしコの状字導体を一体的に形成するため、構造がシンプルで製作工数が少なく低コストで、かつ正確な解析が容易なチップアンテナおよびアンテナ装置が得られるということである。

【0080】更に、本発明の第 4 の効果は、上記の効果を持しつつ、多周波動作を行えるチップアンテナおよびアンテナ装置を得ることもできるということである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のチップアンテナの第 1 実施例を示す図

【図 2】本発明のチップアンテナの第 2 実施例の外観図

【図 3】図 2 に示したチップアンテナの展開図

【図 4】本発明のアンテナ装置の第 1 実施例を示す図

【図 5】図 4 に示したアンテナ装置の側面図

【図 6】本発明のチップアンテナの第 3 実施例を示す図

【図 7】本発明のチップアンテナの第 4 実施例を示す図

【図 8】本発明のチップアンテナの第 5 実施例の外観図

【図 9】本発明のチップアンテナの第 6 実施例を示す図

【図 10】本発明のアンテナ装置の第 2 実施例を示す図

【図 11】本発明のアンテナ装置の第 3 実施例を示す図

【図 12】本発明のチップアンテナの第 7 実施例の外観図

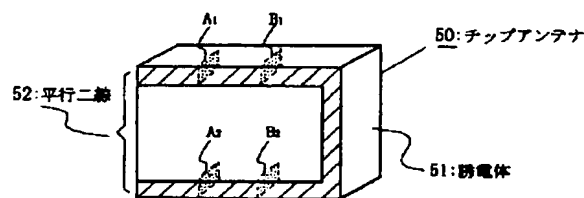
【図 13】従来のチップアンテナの一例を示す斜視図

【図 14】従来のアンテナ装置の一例を示す正面図

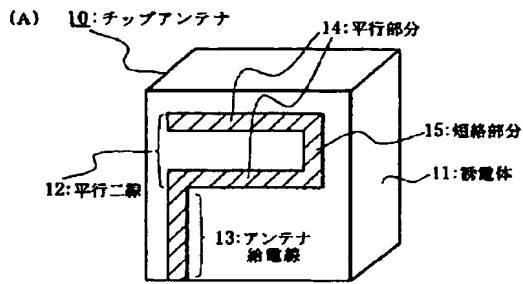
【符号の説明】

10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90	チップアンテナ
11, 21, 41, 51, 61, 81, 91	誘電体
12, 22, 32, 52, 72, 92	平行二線
13, 93	アンテナ給電線
14, 24, 34, 44, 64	平行部分
15, 25	短絡部分
16, 29, 49, 69, 79, 89	給電部
23, 43, 63, 73	容量板
26, 76, 86	回路基板
27, 83	給電線
28, 78, 88	グランド電極
40 42	折返し

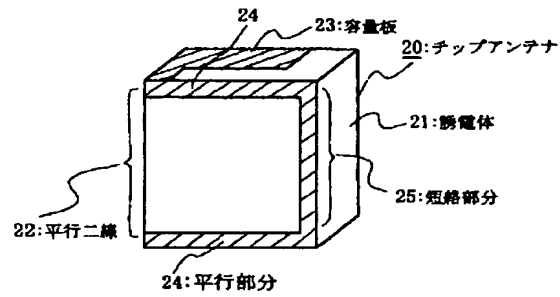
【図 8】



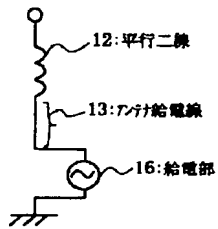
【図 1】



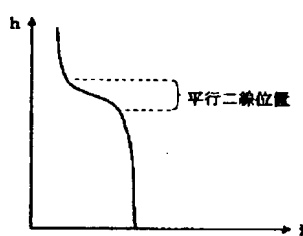
【図 2】



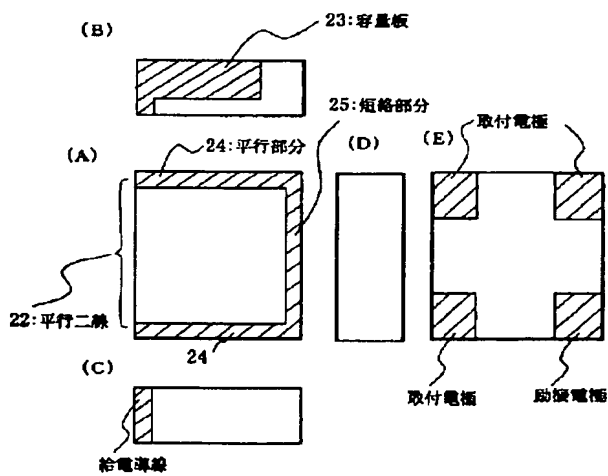
(B)



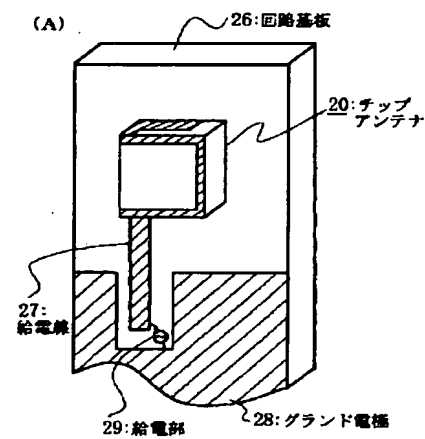
(C)



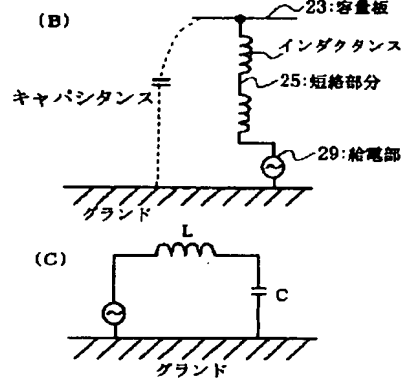
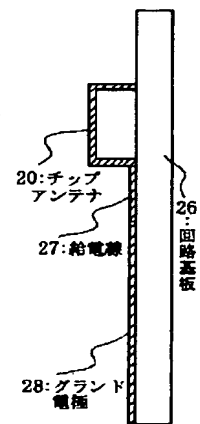
【図 3】



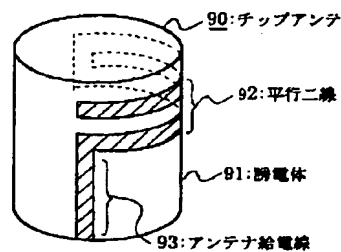
【図 4】



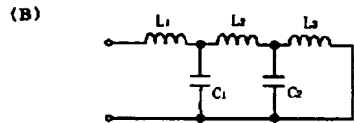
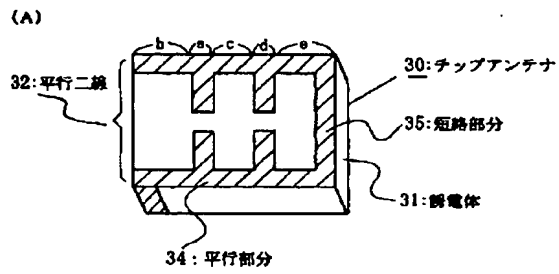
【図 5】



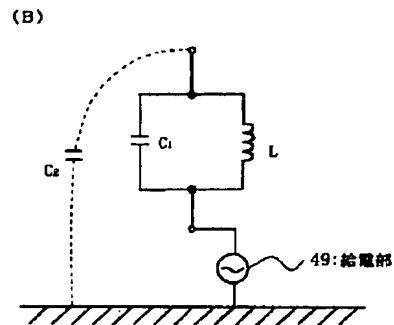
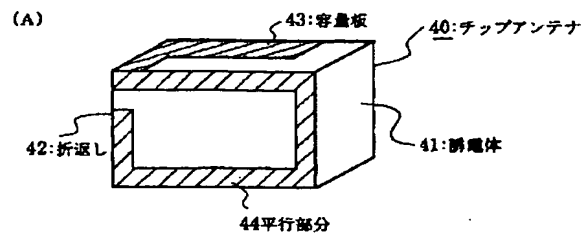
【図 12】



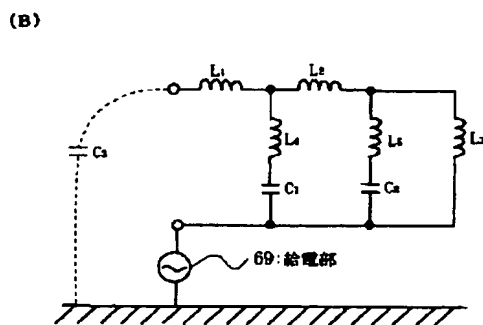
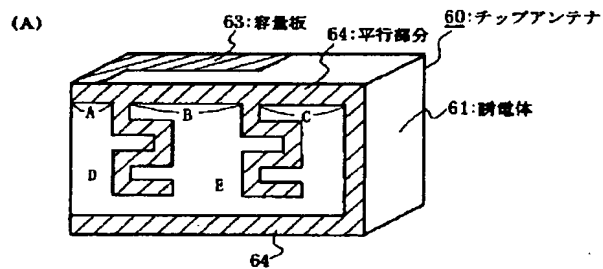
【図6】



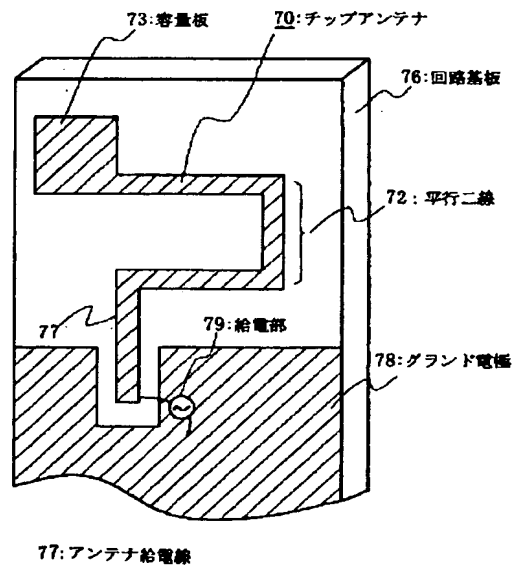
【図7】



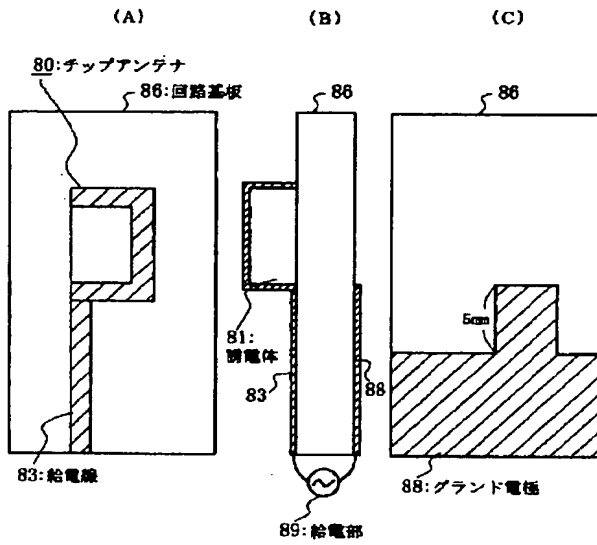
【図9】



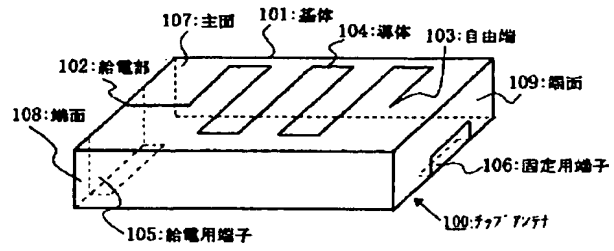
【図10】



【図11】



【図13】



【図14】

